

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
30 mai 2003 (30.05.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/044235 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : C22C 21/00

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/03866

(22) Date de dépôt international :
12 novembre 2002 (12.11.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
01/14948 19 novembre 2001 (19.11.2001) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
PECHINEY RHENALU [FR/FR]; 7, place du Chancelier
Adenauer, F-75116 Paris (FR).

Sylvain [FR/FR]; 25, boulevard du Guillon, F-38500 Voiron (FR). REMOND, Nathalie [FR/FR]; 31, rue Berthe Molly, F-68000 Colmar (FR). CHENAL, Bruno [FR/FR]; Lotissement Rivoire, F-38960 Saint Etienne de Crossey (FR).

(74) Mandataire : MOUGEOT, Jean-Claude; Pechiney, 217, cours Lafayette, F-69451 Lyon Cedex 06 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(72) Inventeurs; et

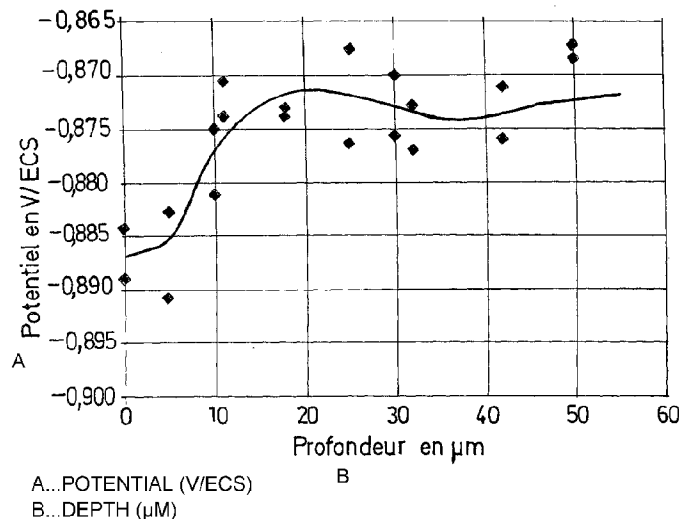
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : HENRY,

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ALUMINIUM ALLOY STRIPS FOR HEAT EXCHANGERS

(54) Titre : BANDES EN ALLIAGE D'ALUMINIUM POUR ECHANGEURS THERMIQUES



(57) Abstract: The invention concerns aluminium alloy strips less than 0.3 mm thick for making heat exchangers, consisting of (wt. %): Si<1.0, Fe<1.0, Cu<0.8, Mg<1.0, Mn<1.8, Zn<2.0, In<0.2, Sn<0.2, Bi<0.2, Ti<0.2, Cr<0.25, Zr<0.25, Si+Fe+Mn+Mg>0.8, other elements <0.05, each and <0.15 in total, having between the surface and half the thickness a difference of corrosion potential, measured relative to a saturated calomel electrode in accordance with the ASTM G69 standard, of at least 10 mV. The invention also concerns a method for making such strips by continuous casting in conditions promoting formation of segregations in the strip core, optionally hot rolling, cold rolling optionally with one or several intermediate or final annealing(s) of 1 to 20 hours at a temperature between 200 and 450 °C. The fins or separators made from the inventive strips have enhanced resistance to perforating corrosion.

[Suite sur la page suivante]

WO 03/044235 A2



eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour la désignation suivante US
- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement

Publiée :

- sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet des bandes en alliage d'aluminium d'épaisseur < 0,3 mm, destinées à la fabrication d'échangeurs thermiques, de composition (% en poids): Si<1,0 Fe<1,0 Cu<0,8 Mg<1,0 Mn<1,8 Zn<2,0 In<0,2 Sn<0,2 Bi<0,2 Ti<0,2 Cr<0,25 Zr<0,25 Si+Fe+Mn+Mg>0,8 autres éléments <0,05 chacun et <0,15 au total, présentant entre la surface et la mi-épaisseur une différence de potentiel de corrosion, mesurée par rapport à une électrode au calomel saturé selon la norme ASTM G69, d'au moins 10 mV. L'invention concerne également un procédé de fabrication de telles bandes par coulée continue dans des conditions favorisant la formation de ségrégations au coeur de la bande, éventuellement laminage à chaud, laminage à froid avec éventuellement un ou plusieurs recuit(s) intermédiaire(s) ou final de 1 à 20 h à une température comprise entre 200 et 450°C. Les ailettes ou intercalaires fabriqués à partir de bandes selon l'invention présentent une résistance améliorée à la corrosion perforante.

Bandes en alliage d'aluminium pour échangeurs thermiques

5

Domaine de l'invention

L'invention concerne le domaine des bandes minces (épaisseur $< 0,3$ mm) en alliage d'aluminium destinées à la fabrication des échangeurs thermiques, notamment ceux
10 utilisés pour le refroidissement des moteurs et la climatisation de l'habitacle des véhicules automobiles. Les bandes en alliage d'aluminium pour échangeurs sont utilisées soit nues, soit revêtues sur une ou deux faces d'un alliage de brasage. L'invention concerne plus particulièrement les bandes non revêtues utilisées pour les ailettes ou intercalaires fixés sur des tubes ou des éléments en contact avec le fluide
15 de refroidissement.

Etat de la technique

Les alliages d'aluminium sont maintenant très largement utilisés dans la fabrication
20 des échangeurs thermiques pour l'automobile en raison de leur faible densité, qui permet un gain de poids, notamment par rapport aux alliages cuivreux, tout en assurant une bonne conduction thermique, une facilité de mise en œuvre et une bonne résistance à la corrosion. Ces échangeurs comportent des tubes pour la circulation du fluide interne de chauffage ou de refroidissement et des ailettes ou
25 intercalaires pour assurer le transfert thermique entre le fluide interne et le fluide externe, et leur fabrication se fait soit par assemblage mécanique, soit par brasage. En plus de leur fonction de transfert thermique, les ailettes ou intercalaires doivent assurer une protection des tubes contre la perforation par effet galvanique, c'est-à-dire en prévoyant pour les ailettes un alliage présentant un potentiel électrochimique
30 de corrosion plus faible que pour les tubes, de sorte que l'ailette joue le rôle d'anode sacrificielle. L'alliage le plus couramment utilisé pour les tubes étant l'alliage 3003, on utilise habituellement pour les ailettes un alliage du même type avec une addition

de 0,5 à 2% de zinc. La composition de l'alliage 3003 enregistrée à l'Aluminum Association est la suivante (% en poids) :

Si < 0,6 Fe < 0,7 Cu : 0,05 – 0,2 Mn : 1,0 – 1,5 Zn < 0,1.

Les bandes en ce type d'alliage sont généralement obtenues par coulée semi-continue
5 d'une plaque, homogénéisation de cette plaque, laminage à chaud, puis laminage à froid avec éventuellement un recuit intermédiaire et/ou un recuit final. On peut également les obtenir par coulée continue de bandes entre deux courroies (« twin-belt casting ») ou entre deux cylindres refroidis (« twin-roll casting »). Il est connu qu'avec cette dernière technique, pour obtenir dans les alliages Al-Mn une structure à
10 grains fins, on applique une homogénéisation de l'ébauche qui élimine les ségrégations issues de la coulée, ce qui conduit à un bon compromis entre la résistance mécanique et la formabilité. Ces propriétés sont décrites notamment dans le brevet EP 0039211 (Alcan International) pour des alliages entre 1,3 et 2,3% de manganèse, et dans le brevet US 4,737,198 (Aluminum Company of America) pour
15 des alliages contenant de 0,5 à 1,2% de fer, moins de 0,5% de silicium et de 0,7 à 1,3% de manganèse, pouvant être utilisés pour la fabrication d'ailettes d'échangeurs. La demande de brevet WO 98/52707 de la demanderesse décrit un procédé de fabrication de bandes en alliage d'aluminium contenant l'un au moins des éléments Fe (de 0,15 à 1,5%) ou Mn (de 0,35 à 1,9%) avec Fe + Mn < 2,5%, et contenant
20 éventuellement Si (< 0,8%), Mg (< 0,2%), Cu (< 0,2%), Cr (< 0,2%) ou Zn (< 0,2%) par coulée continue entre cylindres refroidis et frettés à une épaisseur comprise entre 1 et 5 mm, suivie d'un laminage à froid, l'effort appliqué aux cylindres de coulée, exprimé en tonnes par mètre de largeur de bande, étant inférieur à $300 + 2000/e$, e étant l'épaisseur de la bande exprimée en mm. L'utilisation de ces bandes pour la
25 fabrication d'ailettes d'échangeurs brasés est mentionnée.

La demande de brevet WO 00/05426 d'Alcan International décrit la fabrication de bandes pour ailettes en alliage d'aluminium de composition : Fe : 1,2 – 1,8%,
Si : 0,7 – 0,95%, Mn : 0,3 – 0,5%, Zn : 0,3 – 2%, par coulée continue de bandes avec une vitesse de refroidissement supérieure à 10°C/s.

30 Les demandes de brevet WO 01/53552 et WO 01/53553 d'Alcan International concernent également la fabrication de bandes pour ailettes en alliages au fer contenant jusqu'à 2,4% de fer par coulée continue et refroidissement très rapide. Le but est d'obtenir un potentiel de corrosion plus négatif.

But de l'invention

Si les ailettes ou intercalaires doivent jouer un rôle de protection galvanique des tubes, elles ne doivent pas cependant être trop détériorées par la corrosion au cours de la vie de l'échangeur. En effet, il faut maintenir une intégrité suffisante du matériau, car si celui-ci perfore trop rapidement, l'échange thermique sera moins efficace du fait de la perte de surface utile. Il pourrait même se produire une désolidarisation de l'ailette et du tube, ce qui bloquerait la conduction thermique entre ces composants. L'invention a ainsi pour but d'obtenir des bandes pour ailettes ou intercalaires d'échangeurs thermiques en alliage d'aluminium destinés notamment à l'industrie automobile, présentant à la fois une bonne résistance mécanique, une bonne formabilité et une bonne résistance à la corrosion perforante tout en ayant un rôle d'anode sacrificielle.

Objet de l'invention

L'invention a pour objet des bandes en alliage d'aluminium d'épaisseur $< 0,3$ mm, destinées à la fabrication d'échangeurs thermiques, de composition (% en poids) :

Si $< 1,5$ Fe $< 2,5$ Cu $< 0,8$ Mg $< 1,0$ Mn : $< 1,8$ Zn $< 2,0$ In $< 0,2$
Sn $< 0,2$ Bi $< 0,2$ Ti $< 0,2$ Cr $< 0,25$ Zr $< 0,25$ Si + Fe + Mn + Mg $> 0,8$,
autres éléments $< 0,05$ chacun et $< 0,15$ au total, reste aluminium, présentant entre la surface et la mi-épaisseur une différence de potentiel de corrosion, mesurée par rapport à une électrode au calomel saturé selon la norme ASTM G69, d'au moins 10 mV.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de telles bandes par coulée continue dans des conditions favorisant la formation de ségrégations au cœur de la bande, éventuellement laminage à chaud, laminage à froid avec éventuellement un ou plusieurs recuit(s) intermédiaire(s) ou final de 1 à 20 h à une température comprise entre 200 et 450°C.

Description des figures

4

La figure 1 représente l'évolution du potentiel de corrosion, mesuré par rapport à une électrode au calomel saturé, d'une bande selon l'invention en alliage de l'exemple 1, en fonction de la profondeur par rapport à la surface.

La figure 2 représente de la même manière l'évolution du potentiel de corrosion d'une bande en alliage de l'exemple 2.

Description de l'invention

La demanderesse a trouvé qu'en utilisant, pour des alliages de type 3000 (Al-Mn) ou de type 8000 (Al-Fe) avec addition éventuelle de zinc, la coulée continue dans des conditions de coulée particulières et avec une gamme de transformation adaptée, on obtenait des bandes présentant un gradient de potentiel de corrosion dans leur épaisseur, et que cette propriété favorisait une propagation latérale plutôt que perpendiculaire à la surface de la corrosion, ce qui assurait l'effet sacrificiel tout en évitant la perforation, et donc la détérioration de l'ailette ou de l'intercalaire au cours du temps. Ce gradient de potentiel est d'au moins 10 mV. Selon une hypothèse émise par les inventeurs, cette différence pourrait être liée à la présence, pour les conditions particulières de coulée sélectionnées, de ségrégations au centre de la bande, phénomène qu'on cherche habituellement à éviter, et qui conduit à des différences de composition en solution solide dans l'épaisseur des bandes.

La teneur en zinc varie en fonction de l'alliage utilisé pour les tubes, de manière à obtenir une différence de potentiel électrochimique entre les tubes et les ailettes à la fois suffisante pour permettre à l'ailette d'assurer son rôle d'anode sacrificielle, et pas trop élevée pour éviter sa détérioration trop rapide. Pour abaisser le potentiel de corrosion de l'ailette ou intercalaire, on peut ajouter également de l'indium, de l'étain et/ou du bismuth jusqu'à une teneur de 0,2%. Pour des tubes en alliage 3003, la teneur en zinc est comprise, de préférence, entre 1,0 et 1,5%. Pour des tubes en alliage Al-Mn plus chargé en cuivre, comme par exemple les alliages à plus de 0,4% de cuivre décrits dans la demande de brevet EP 1075935 de la demanderesse, la teneur en zinc doit plutôt être maintenue en dessous de 0,8%.

La teneur en cuivre est maintenue de préférence en dessous de 0,5%. L'addition éventuelle de titane jusqu'à 0,2%, de zirconium jusqu'à 0,25% et/ou de chrome jusqu'à 0,25% permet d'améliorer la tenue à chaud (« SAG resistance ») de l'alliage.

Dans une première variante de l'invention, l'alliage utilisé est un alliage du type 3003 avec une teneur en zinc pouvant aller jusqu'à 2%, c'est-à-dire un alliage de composition (% en poids) :

Si < 1,0 Fe < 1,0 Cu < 0,8 Mg < 1,0 Mn : 0,8 – 1,8 Zn < 2,0 In < 0.2
5 Sn < 0.2 Bi < 0.2 Ti < 0.2 Cr < 0.25 Zr < 0.25 autres éléments < 0,05
chacun et < 0,15 au total, reste aluminium.

L'addition de silicium, de préférence au-delà de 0,5% et jusqu'à 1% contribue à augmenter l'intervalle de solidification de l'alliage, ce qui favorise l'apparition de ségrégations à la coulée. Au-delà de 1%, on risque d'atteindre la température de
10 brûlure de l'alliage au cours de l'opération de brasage de l'échangeur.

Dans une seconde variante de l'invention, on utilise un alliage de la série 8000 de composition (% en poids) :

Si : 0,2 - 1,5 Fe : 0,2 - 2,5 Cu < 0,8 Mg < 1,0 Mn : < 1,0 Zn < 2,0 In <
0.2 Sn < 0.2 Bi < 0.2 Ti < 0.2 Cr < 0.25 Zr < 0.25 Si + Fe > 0,8, autres
15 éléments < 0,05 chacun et < 0,15 au total, reste aluminium.

Un domaine de composition particulièrement adapté est le suivant :

Si : 0,8 – 1,5 Fe : 0,7 – 1,3 Mn < 0,1 Cu < 0,1 Mg < 0,1 et, de
préférence, Si : 1,0 – 1,3 et Fe : 0,9 – 1,2.

Le procédé de fabrication des bandes selon l'invention comprend l'élaboration de
20 l'alliage à partir d'une charge ajustée pour obtenir la composition d'alliage désirée.

Le métal est ensuite coulé en continu sous forme d'une bande d'épaisseur comprise entre 1 et 30 mm, soit par coulée entre courroies entre 12 et 30 mm, soit, de préférence, par coulée entre deux cylindres refroidis et frettés, à une épaisseur comprise entre 1 et 12 mm. Contrairement à l'enseignement de la demande de brevet
25 WO 98/52707, on choisit des paramètres de coulée favorisant l'apparition de ségrégations relativement importantes au cœur de la bande coulée.

Dans le cas de la coulée entre cylindres, il faut pour cela que le contact entre le métal et les cylindres refroidis soit le meilleur possible, de manière à augmenter le gradient thermique à la surface du métal durant la coulée, ce qui favorise les ségrégations. Les
30 différents paramètres sur lesquels on peut agir sont notamment la longueur de l'arc de contact entre le métal et les cylindres, l'effort exercé par les cylindres au cours de la coulée et la température des frettes des cylindres. Un arc de contact élevé, de préférence supérieur à 60 mm, est favorable à la formation de ségrégations. Il en est

de même d'un effort élevé, de préférence supérieur à $100 + 2000/e$ t/m de largeur de bande coulée, e étant l'épaisseur de la bande coulée exprimée en mm. Enfin, la température des frettes doit être aussi faible que possible, de préférence inférieure à 100°C.

- 5 La bande coulée est éventuellement, dans le cas de la coulée entre courroies, laminée à chaud, et ensuite laminée à froid. Par contre, la bande coulée entre cylindres est directement laminée à froid. Si l'épaisseur finale est assez faible, il est nécessaire de prévoir au moins un recuit intermédiaire à une température comprise entre 200 et 450°C. Si le métal doit être livré à l'état recuit, on procède, sur la bande laminée
- 10 jusqu'à l'épaisseur finale, à un recuit à une température comprise entre 200 et 450°C. Dans le cas où le métal est livré à l'état écroui, la gamme de transformation est adaptée de façon à ce que le taux de réduction soit ajusté au taux d'écrouissage visé. Les bandes selon l'invention permettent de réaliser des ailettes ou intercalaires d'échangeurs thermiques présentant une résistance mécanique élevée, ce qui permet
- 15 de diminuer l'épaisseur par rapport à une ailette ou un intercalaire selon l'art antérieur, tout en gardant une bonne formabilité. En service, l'ailette ou l'intercalaire joue son rôle sacrificiel, mais la corrosion progresse latéralement parallèlement à la surface, ce qui évite ou retarde la perforation, assure l'intégrité de l'assemblage tube-ailette, et donc un échange thermique continu. Les bandes présentent une
- 20 microstructure à grains grossiers, favorable à la tenue à chaud au cours du brasage.

Exemple

Exemple 1

25

On a préparé au four de fusion un alliage de composition (% en poids) :

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti
0,80	0,55	0,10	1,0	0,069	0,002	0,005	1,4	0,015

- On a coulé une bande d'épaisseur 5 mm sur une installation de coulée continue
- 30 Jumbo 3CmTM de la société Pechiney Rhenalu, à une largeur de 1420 mm, avec un effort entre les cylindres de 780 t, un arc de contact de 70 mm et une température des

7

frettes des cylindres de 70°C. La bande a été ensuite laminée à froid en une passe jusqu'à l'épaisseur 0,7 mm, puis soumise à un recuit intermédiaire de 12 h dans un four à air programmé à 520°C pour amener le métal à une température de l'ordre de 380°C, et laminée à froid en trois passes jusqu'à 130 µm.

- 5 Une première partie de la bande a subi un recuit de restauration de 2 h à 350°C, puis un laminage jusqu'à 100 µm. Une seconde partie a subi un recuit de recristallisation de 2 h à 400°C, puis un laminage jusqu'à 100 µm. Enfin, une troisième partie a subi le même recuit, mais un laminage jusqu'à 75 µm. Pour comparaison, on a fabriqué des bandes en alliage 3003 au zinc de composition :

10

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti
0,22	0,57	0,12	1,15	-	-	-	1,4	-

selon la même gamme de fabrication, mais en partant d'un procédé de coulée semi-continue verticale, avec un recuit de restauration de 2 h à 350°C, et un laminage jusqu'à 100 µm.

- 15 On a mesuré sur ces bandes les caractéristiques mécaniques statiques : limite d'élasticité $R_{0,2}$, résistance à la rupture R_m et allongement A . Les résultats sont indiqués au tableau 1 :

Gamme	Epaisseur (µm)	$R_{0,2}$ (MPa)	R_m (MPa)	A (%)
CC Rec. 350°C	100	235	248	3,2
CC Rec. 400°C	100	188	197	2,4
CC Rec. 400°C	75	213	227	1,8
CV Rec. 350°C	100	158	162	1,5

* CC = coulée continue CV = coulée semi-continue verticale

20

On constate que le métal obtenu par coulée continue présente à la fois une meilleure résistance mécanique et un meilleur allongement que le métal issu de coulée traditionnelle.

- 25 Sur la bande d'épaisseur 75 µm, on a mesuré, par rapport à une électrode au calomel saturé selon la norme ASTM G69, l'évolution du potentiel de corrosion dans l'épaisseur. On constate sur la figure la présence, sous la surface, et sur une

8

profondeur d'environ 15 μm , d'une zone dans laquelle le potentiel évolue rapidement de -890 mV à -870 mV .

Exemple 2

5

On a préparé un alliage de composition (% en poids) :

Si	Fe	Cu	Mn	Mg
1.2	1.1	<0.1	< 0.1	< 0.1

On a coulé une bande d'épaisseur 6,1 mm sur une installation de coulée continue Davy TM de la société Pechiney Eurofoil, à une largeur de 1740 mm, avec un effort entre les cylindres de 550 t, un arc de contact de 60 mm et une température des frettes des cylindres de 42°C. La bande a été ensuite laminée à froid jusqu'à l'épaisseur de 80 μm , pour obtenir un état métallurgique de type H19.

Les caractéristiques mécaniques de cette bande sont les suivantes :

15

R_m (MPa)	$R_{0.2}$ (MPa)	A%
311	256	7.3

On constate que ce métal, produit par coulée continue, présente un excellent compromis résistance mécanique / allongement.

On a ensuite appliqué au métal, dans un four sous atmosphère d'azote, un cycle de brasage typique, comportant un palier de 2 minutes à 600°C.

Les caractéristiques mécaniques obtenues après ce traitement sont les suivantes :

R_m (MPa)	$R_{0.2}$ (MPa)	A%
135	53	13.2

La limite élastique après brasage, $R_{0.2}$, égale à 53 MPa est significativement supérieure à celle obtenue pour des bandes en alliage 3003 traditionnellement utilisé, obtenues par coulée classique (de l'ordre de 40-45 MPa).

Du point de vue de la résistance à la corrosion, on retrouve sur ces alliages 8xxx, comme on peut le voir à la figure 2, et toujours en liaison avec le procédé de coulée utilisé, une évolution du potentiel de corrosion dans l'épaisseur du métal, dont le caractère bénéfique a été explicité plus haut pour les alliages 3xxx.

- 5 Afin d'adapter le potentiel de corrosion à celui des alliages utilisés pour les tubes auxquels les intercalaires vont être couplés, il est possible de réaliser une addition de zinc, élément qui n'a que très peu d'influence sur les caractéristiques mécaniques ou la conductivité thermique.

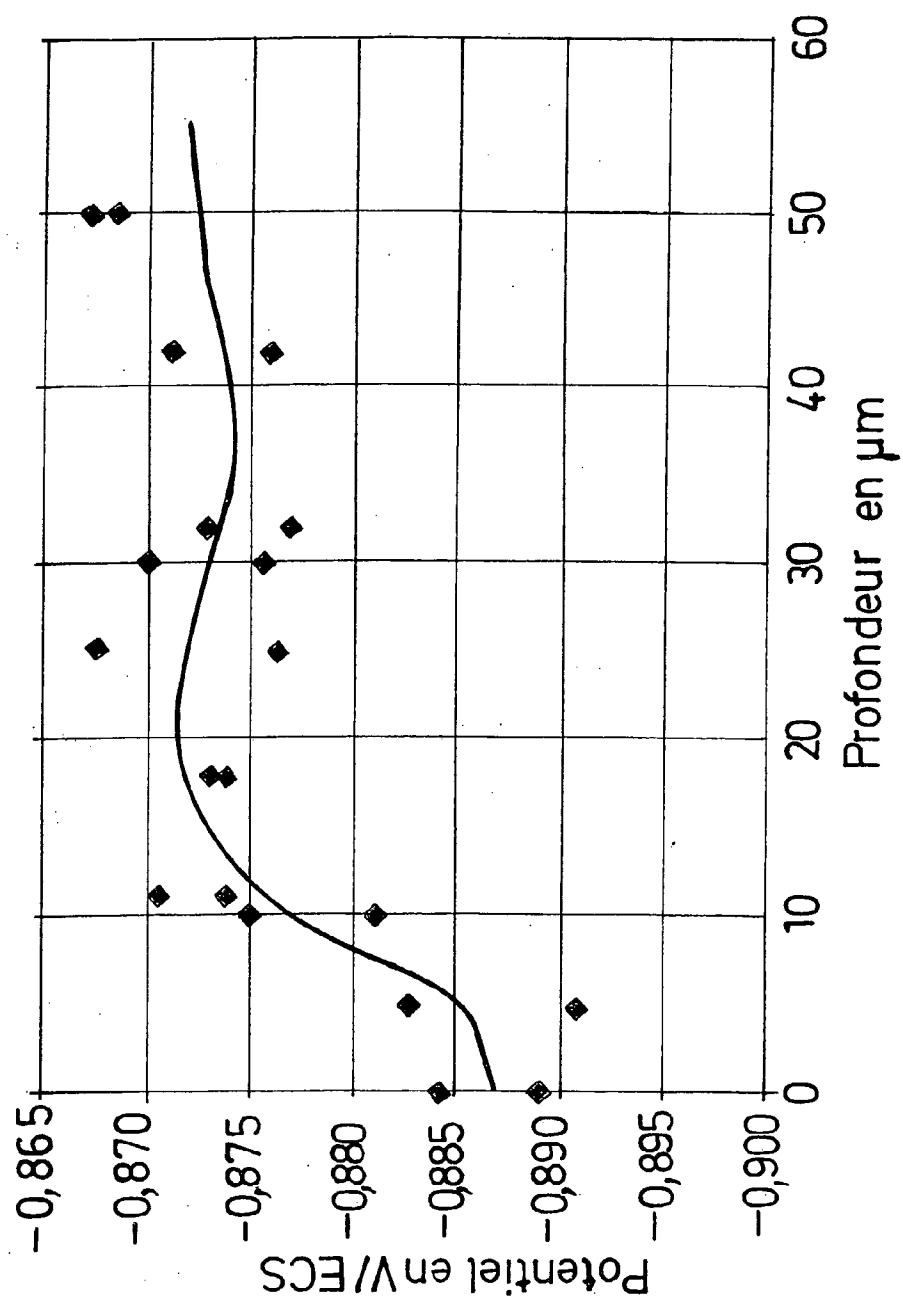
Revendications

1. Bandes en alliage d'aluminium d'épaisseur < 0,3 mm, destinées à la fabrication d'échangeurs thermiques brasés, de composition (% en poids) :
Si < 1,5 Fe < 2,5 Cu < 0,8 Mg < 1,0 Mn < 1,8 Zn < 2,0 In < 0.2
Sn < 0.2 Bi < 0.2 Ti < 0.2 Cr < 0.25 Zr < 0.25 Si + Fe + Mn + Mg > 0,8, autres éléments < 0,05 chacun et < 0,15 au total, présentant entre la surface et la mi-épaisseur une différence de potentiel de corrosion, mesurée par rapport à une électrode au calomel saturé selon la norme ASTM G69, d'au moins 10 mV.
2. Bandes selon la revendication 1, caractérisées en ce que la teneur en zinc est comprise entre 1,0 et 1,5%.
3. Bandes selon la revendication 1, caractérisées en ce que la teneur en zinc est inférieure à 0,8%.
4. Bandes selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisées en ce que la teneur en cuivre est inférieure à 0,5%.
5. Bandes selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisées en ce qu'elles sont en alliage de composition : Si < 1,0 Fe < 1,0 Cu < 0,8 Mg < 1,0 Mn : 0,8 – 1,8 Zn < 2,0 In < 0.2 Sn < 0.2 Bi < 0.2 Ti < 0.2 Cr < 0.25 Zr < 0.25, autres éléments < 0,05 chacun et < 0,15 au total, reste aluminium.
6. Bandes selon la revendication 5, caractérisées en ce que la teneur en silicium est comprise entre 0,5 et 1%.
7. Bandes selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisées en ce qu'elles sont en alliage de composition : Si : 0,2 - 1,5 Fe : 0,2 - 2,5 Cu < 0,8 Mg < 1,0
Mn : < 1,0 Zn < 2,0 In < 0.2 Sn < 0.2 Bi < 0.2 Ti < 0.2 Cr < 0.25
Zr < 0.25 Si + Fe > 0,8, autres éléments < 0,05 chacun et < 0,15 au total, reste aluminium.

8. Bandes selon la revendication 7, caractérisées en ce qu'elles sont en alliage contenant : Si : 0,8 – 1,5 Fe : 0,7 – 1,3 Mn < 0,1 Cu < 0,1 Mg < 0,1.
- 5 9. Bandes selon la revendication 8, caractérisées en ce que la teneur en silicium de l'alliage est comprise entre 1 et 1,3%
10. Bandes selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisées en ce que la teneur en fer est comprise entre 0,9 et 1,2%.
- 10 11. Procédé de fabrication de bandes selon l'une des revendications 1 à 10, par coulée continue à une épaisseur comprise entre 1 et 30 mm dans des conditions favorisant la formation de ségrégations au cœur de la bande coulée, éventuellement laminage à chaud, laminage à froid avec éventuellement un ou
15 plusieurs recuit(s) intermédiaire(s) ou final de 1 à 20 h à une température comprise entre 200 et 450°C.
12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la coulée continue est une coulée entre deux cylindres refroidis et frettés.
- 20 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'effort exercé par les cylindres à la coulée est supérieur à $100 + 2000/e$ t/m de largeur de bande coulée, e étant l'épaisseur de la bande coulée en mm.
- 25 14. Procédé selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que l'arc de contact entre le métal et les cylindres est supérieur à 60 mm.
15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que la température des frettes est inférieure à 100°C.

1 / 2

FIG. 1



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

2/2

FIG. 2

